

Aloys Wobben
Argestraße 19, 26607 Aurich

Strömungskanal für Flüssigkeiten

Die Erfindung betrifft einen Strömungskanal für Flüssigkeiten.

Flüssigkeiten oder auch Gase werden bekanntlich in den unterschiedlichsten Lebensbereichen durch unterschiedlichst gestaltete Strömungskanäle hindurchgeleitet. Zweck ist dabei häufig ein Stofftransport und/oder
5 Energietransport. Beispiele für Strömungskanäle für Flüssigkeiten sind Rohrleitungen etwa in der Haustechnik oder Verfahrens- oder Energietechnik oder Strömungskanäle in Strömungsmaschinen wie beispielsweise Wasserturbinen oder Kläranlagen. Im biologischen Bereich sind
10 Strömungskanäle beispielsweise in Form von Adern zum Bluttransport realisiert.

Als Stand der Technik wird an dieser Stelle allgemein auf folgende Druckschriften hingewiesen: DE 198 06 513; WO 01/18406 A1; WO 00/38591 A2; US 2,935,906 sowie US 1,958,577.

15 Eine entscheidende Kenngröße von Strömungen durch Strömungskanäle ist der im wesentlichen durch Reibung und Umlenkungen bedingte Strömungswiderstand, der häufig in Form von standardisierten Kennwerten wie dem Widerstandsbeiwert ausgedrückt wird. Die Berücksichtigung des Strömungswiderstandes ist für die Auslegung von Strömungskanälen wie
20 Rohrleitungen und die Dimensionierung von Pumpen oder anderen druckerzeugenden Organen von zentraler Bedeutung.

Der Strömungswiderstand und die bei der Strömung entstehenden Reibungsverluste müssen selbstverständlich möglichst weit minimiert werden, so dass beispielsweise der erforderliche Energieaufwand zum Pumpen somit
25 letztlich der Energieverbrauch für eine Anlage möglichst klein gehalten werden kann. Dies ist bei der Gestaltung von Strömungskanälen zu berücksichtigen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Strömungskanal für Flüssigkeiten oder auch Gase bereitzustellen, der so gestaltet ist, dass möglichst geringe Verluste bei der Strömung, insbesondere geringe Reibungsverluste auftreten. Weiteres Ziel der Erfindung ist es, einen
5 Strömungskanal für Flüssigkeiten anzugeben, bei dem sich unterschiedliche Strömungsbereiche einstellen.

Die Erfindung löst die Aufgabe bei einem Strömungskanal der eingangs genannten Art dadurch, dass mindestens eine den Strömungskanal begrenzende Wand derart ausgebildet ist, dass sich bei Durchströmen einer
10 Flüssigkeit mindestens ein Strömungsbereich ausbildet, der eine axiale und gleichzeitige tangentialle Strömungskomponente hat.

Überraschend hat sich bei den Versuchen ergeben, dass durch einen erfindungsgemäßen Strömungskanal aufgrund dessen Wandgestaltung wenigstens abschnittsweise eine Strömung mit axialer und tangentialer
15 Strömungskomponente entsteht, wodurch der Strömungswiderstand gegenüber herkömmlichen Strömungskanälen signifikant verringert wird. Diese Verringerung des Strömungswiderstandes bewirkt in vorteilhafter Weise, dass die energetischen Verluste der Strömung, die Druckverluste und der Widerstandsbeiwert reduziert sind. Es ist somit eine geringere
20 Pumpenleistung zur Erzeugung eines bestimmten Volumen- oder Massenstroms einer Flüssigkeit erforderlich, als bei herkömmlichen Strömungskanälen. Damit kann beispielsweise bei Rohrleitungen die aufzubringende Pumpenleistung deutlich verringert werden. Aber auch bei Strömungsmaschinen, Wasserkraftanlagen oder dgl. sind die
25 Strömungsverluste erfindungsgemäß reduzierbar und somit die Wirkungsgrade erhöht.

Vorzugsweise ist bereichsweise oder vollständig eine zirkulierende Spiralströmung ausgebildet. Experimentelle Untersuchungen haben gezeigt, dass durch eine Wandgestaltung, die eine Art von zirkulierender
30 Spiralströmung durch den Strömungskanal verursacht, geringere Strömungswiderstände und somit Strömungsverluste auftreten.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass die Länge eines vollständig einmal in sich verwundenen Rohrabschnitts

(Wellenlänge) in einem bestimmten Verhältnis zur Länge der kleinsten Halbwelle der Querschnittsfläche des Strömungskanals steht, welches im Bereich 6 bis 7, besonders bevorzugt im Bereich von 6,44 liegt. Durch die nicht zylindrische Ausbildung des Strömungsquerschnitts und einer
5 Tordierung oder Verwindung in axialer Richtung lässt sich eine wenigstens teilweise spiralförmige Strömung mit axialer und tangentialer Strömungskomponente mit geringem Strömungswiderstand auf konstruktiv einfache Weise verwirklichen.

10 Es hat sich auf aufgrund von Versuchen gezeigt, dass sich bei dem oben angegebenen Verhältnis zwischen Wellenlänge und Ausdehnung der Querschnittsfläche besonders geringe Widerstandsbeiwerte erzielen lassen. Eine konstruktiv und strömungstechnisch besonders bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die den Strömungskanal
15 begrenzende Wand so geformt ist, dass der freie Strömungsquerschnitt des Strömungsrohres im Wesentlichen oval ist. Eine solche ovale Gestaltung bei gleichzeitiger In-Sich-Torsion des Strömungsquerschnitts lässt sich besonders gut bei einem Strömungsrohr verwirklichen.

Bei einer Weiterbildung wird vorgeschlagen, dass das Verhältnis der Länge
20 der längeren Achse des ovalen Strömungsquerschnitts zu der Länge der kürzeren Achse des Strömungsquerschnitts deutlich größer als 1, vorzugsweise größer oder etwa $\sqrt{2}$ ist. Auch hierdurch lassen sich die Widerstandsbeiwerte des Strömungskanals minimieren.

25 Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass sich der Strömungsquerschnitt in Strömungsrichtung verjüngt oder erweitert. Dadurch lassen sich bei Beibehaltung der erfindungsgemäßen Vorteile die Strömungsverhältnisse, insbesondere die Strömungsgeschwindigkeit erhöhen bzw. verringern.

30 Die Erfindung löst die Aufgabe ferner bzw. wird weitergebildet durch einen Strömungskanal für Flüssigkeiten, der so ausgebildet ist, dass sich innerhalb des Kanals bei Durchströmen einer Flüssigkeit im Wesentlichen zwei Strömungsbereiche ausbilden, die sich nicht oder kaum durchdringen und die nach Art einer Doppelhelix umschlungen sind.

Durch eine solche Ausbildung des Strömungskanals und einer Strömung mit im Wesentlichen zwei Strömungsbereichen lassen sich ebenfalls geringe Strömungswiderstände erzielen, so dass letztlich Pumpleistungen reduziert und Wirkungsgrade von Strömungsmaschinen verbessert werden. Darüber
5 hinaus können unterschiedliche Phasen einer Strömung, etwa unterschiedliche Flüssigkeiten teilweise getrennt durch den Strömungskanal hindurch geführt werden oder trennen sich in mindestens teilweise unterschiedliche Phasen sogar bei Durchströmung des Strömungskanals. Eine solche Trennung kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass sich
10 unterschiedliche Bestandteile einer Flüssigkeit mit unterschiedlichen Materialeigenschaften wie Dichten oder Viskositäten bevorzugt in bestimmten Bereichen des Strömungsquerschnitts bewegen, so dass eine Entmischung entstehen kann.

Der erfindungsgemäße Strömungskanal wird dadurch weitergebildet, dass
15 sich innerhalb eines jeden Strömungsbereichs weitere Unterströmungsbereiche ausbilden, die ihrerseits wiederum miteinander verschlungen sind. Hierdurch lassen sich die Strömungsverhältnisse weiter verbessern und ggf. die zuvor beschriebenen Trenneffekte verbessern.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird vorgeschlagen,
20 dass die beiden Kernströmungskanäle im Wesentlichen kreisrund ausgebildet sind und einen Hauptfluidstrom bilden, und dass in dem Bereich des Strömungsrohrs, der nicht von den Hauptstromkernen besetzt ist, sich ein oder mehrere Nebenströme ausbilden, wobei zwischen einem Hauptstrom und einem Nebenstromgebiet kein oder bevorzugt nur ein geringer
25 Fluidaustausch stattfindet und bevorzugt im Nebenstromgebiet Fremdkörper im gesamten Fluidstrom transportiert werden. Auch auf diese Weise können sich feste und flüssige oder unterschiedliche flüssige Phasen der Strömung ausbilden.

Die Erfindung ist nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter
30 Bezugnahme auf die beigelegten Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines in einem Strömungsrohr ausgebildeten Strömungskanals;

Fig. 2a – f unterschiedliche Beispiele erfindungsgemäßer Strömungskanäle;

Fig. 3 Messergebnisse von Versuchen mit erfindungsgemäßen Strömungskanälen

Fig. 4 eine in einem erfindungsgemäßen Strömungskanal schematisch dargestellte Strömung mit unterschiedlichen Strömungsbereichen und

Fig. 5 eine schematische Querschnittsdarstellung der in Fig. 4 dargestellten Strömung.

Figur 1 zeigt in einer Seitenansicht ein Ausführungsbeispiel eines Strömungsrohres 2, in dem ein erfindungsgemäßer Strömungskanal 4 ausgebildet ist. Durch das Rohr 2 bzw. den Strömungskanal 4 können Fluide, d. h. Flüssigkeiten oder Gase hindurchströmen. Dabei kann es sich auch um mehrphasige Strömungen mit unterschiedlichen Flüssigkeitskomponenten und mit Festkörpern, etwa Partikeln oder dgl. handeln. Auch kann beispielsweise eine dreiphasige Strömung mit flüssigen, gasförmigen und festen Komponenten durch Strömungskanal 4 hindurchströmen. Das Rohr 2 kann aus Kunststoff oder Metall gefertigt sein.

Das Rohr 2 ist vorzugsweise so ausgebildet, dass der Strömungsquerschnitt im Wesentlichen oval ist, wie dies in den schematischen Darstellungen gemäß Fig. 2a) und Fig. 2b) gezeigt ist. Das Rohr 2 ist, wie Fig. 1 schematisch zeigt, in axialer Richtung, d. h. in Richtung der Längsachse 3 in sich tordiert oder verwunden.

In dem in Fig. 1 dargestellten Abschnitt des Rohres 2 ist das Ausmaß der Torsion durch die Linie 5 veranschaulicht, die über die dargestellte Länge des Rohrabschnitts eine vollständige Drehung um 360 Grad vollführt; diese Länge einer einmaligen vollständigen Torsion wird hier auch als Wellenlänge bezeichnet. In der Seitenansicht gemäß Fig. 1 ergeben sich aufgrund des ovalen Querschnitts (Fig. 2a und 2b) und der Torsion Rohrabschnitte größerer Breite und geringerer Breite. In Fig. 2a und 2b sind die Längen der kürzeren und längeren Achsen des im Wesentlichen ovalen Strömungsquerschnitts eingetragen. Durch experimentelle Untersuchungen ist herausgefunden

worden, dass das Verhältnis der Länge der längeren Achse a zu der kürzeren Achse b vorzugsweise größer oder gleich $\sqrt{2}$ sein sollte. Die Gestaltung der Wand des in Fig. 2a dargestellten Rohres 2 ist etwas weniger gekrümmt gegenüber der Gestaltung der Wände gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2b).

Bei Durchströmen einer Flüssigkeit durch den erfindungsgemäßen Strömungskanal 4 bildet sich in dem Strömungskanal 4 eine Strömung aus, die nicht nur eine Strömungskomponente in axialer Richtung, d. h. in Richtung der Achse 3 aufweist, sondern auch eine Strömungskomponente in tangentialer Richtung bezogen auf die Achse 3. Dies ergibt sich aus der tordierten Gestaltung des Strömungskanals 4 bzw. des Rohres 2. Diese ist in den Figuren 1 und 2a schematisch durch Pfeile 7 dargestellt. Es ergibt sich damit in dem Strömungskanal 4 im Wesentlichen eine zirkulierende, spiralförmige Strömung durch das Rohr 2.

Die in den Fig. 2c – f dargestellten alternativen Strömungsquerschnitte führen gleichermaßen zu einer erfindungsgemäßen Strömung mit einer axialen und tangentialen Strömungskomponente, mithin zu einer Art Spiralströmung in dem Strömungskanal 4. Figur 2c stellt einen rechteckigen, Fig. 2d einen quadratischen, Fig. 2e einen dreieckigen, Fig. 2 f einen achteckigen Strömungsquerschnitt dar. Auch eine sechseckige Gestaltung des Strömungsquerschnitts bzw. eines entsprechenden Strömungsrohres 2 ist erfindungsgemäß möglich. Auch diese Ausführungsbeispiele sind vorzugsweise so gestaltet, dass der Strömungsquerschnitt in axialer Richtung (Achse 3) in sich tordiert ist.

Das Verhältnis der Wellenlänge zur Länge der kleinsten Halbierenden der Querschnittsfläche des Strömungsquerschnitts 4 steht in einem bestimmten Verhältnis, welches im Bereich von 6 bis 7 liegt.

Ergebnisse experimenteller Untersuchungen mit erfindungsgemäßen Strömungskanälen sind in Fig. 3 dargestellt. Es sind Messungen der Leistung einer Pumpe mit herkömmlichen zylindrischen Rohren sowie mit erfindungsgemäßen ovalen und in sich tordierten Rohren vorgenommen worden, wobei Wasser als Flüssigkeit verwendet wurde. In der Abbildung ist auf der vertikalen Y-Achse die aufgenommene Pumpenleistung und auf der

horizontalen X-Achse der Mengenstrom des Wassers durch die jeweiligen Rohre dargestellt. Kurve 8 zeigt die aufgenommene Pumpenleistung für unterschiedliche Volumenströme für herkömmliche zylindrische Rohre und Kurve 10 zeigt dem gegenüber die Pumpenleistung für unterschiedliche Volumenströme für erfindungsgemäße ovale Rohre. Die Querschnittsflächen der zylindrischen bzw. ovalen Rohre sind konstant geblieben. Es ist erkennbar, dass die aufgenommene Pumpenleistung gemäß Kurve 10 für erfindungsgemäße Rohre bei gleichem Volumenstrom geringer ist als bei herkömmlichen Rohren.

Die Figuren 4 und 5 zeigen weitere erfindungsgemäße Strömungskanäle und darin sich ausbildende Strömungen mit schematischer Darstellung. Bei einer Verdrillung eines Strömungskanals bezogen auf die schematisch angedeutete Längsachse 3 eines Strömungskanals bilden sich bei Durchströmen einer Flüssigkeit zunächst im Wesentlichen zwei größere Strömungsbereiche 12, 14 auf, die im Verlauf der Strömung umschlungen sind nach Art einer Doppel-Helix. Die Durchmischung der Bereiche 12, 14 ist gering. Innerhalb jedes Strömungsbereichs 12, 14 bilden sich Unterströmungsbereiche 16, 18 bzw. 20, 22 aus, die ihrerseits wiederum nach Art einer Doppel-Helix umschlungen sind. In diesen Unterströmungsbereichen 16 – 22 können sich wiederum ihrerseits miteinander verschlungene Unterströmungsbereiche ausbilden.

Wie die Figuren veranschaulichen, sind die beiden Haupt-Strömungsbereiche oder Kernströmungskanäle 12, 14 im Wesentlichen rund im Querschnitt ausgebildet. Benachbart zu den Kernströmungskanälen 12, 14 können sich Nebenströme oder Nebenstrombereiche 24, 26 ausbilden, in denen sich ggf. bestimmte Komponenten, beispielsweise feste Bestandteile ansammeln können. Auf diese Weise ist eine Trennung von Bestandteilen der Flüssigkeit möglich.

Ansprüche

1. Strömungskanal für Flüssigkeiten,
dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine den Strömungskanal
begrenzende Wand derart ausgebildet ist, dass sich bei Durchströmen einer
5 Flüssigkeit mindestens ein Strömungsbereich ausbildet, der eine axiale und
gleichzeitige tangentielle Strömungskomponente hat.
2. Strömungskanal nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Wand derart ausgebildet ist, dass sich
10 bereichsweise oder vollständig eine zirkulierende Spiralströmung ausbildet.
3. Strömungskanal nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass der Strömungsquerschnitt des
Strömungskanals nicht zylindrisch und in axialer Richtung in sich tordiert ist,
15 so dass sich bei Durchströmen der Flüssigkeit mindestens bereichsweise eine
spiralförmige Strömung einstellt.
4. Strömungskanal nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Länge eines vollständig einmal in sich
20 verwundenen Rohrabschnitts (Wellenlänge) in einem bestimmten Verhältnis
zu der Länge der kleinsten Halbierenden der Querschnittsfläche des
Strömungskanals steht, welches im Bereich 6 bis 7, besonders bevorzugt im
Bereich von 6,44 liegt.
- 25 5. Strömungskanal für Flüssigkeiten, insbesondere nach einem der
vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die den Strömungskanal begrenzende Wand
so geformt ist, dass der freie Strömungsquerschnitt des Strömungsrohres im
Wesentlichen oval ist.
30
6. Strömungskanal nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis der Länge der längeren Achse
des ovalen Strömungsquerschnitts zu der kürzeren Achse des
Strömungsquerschnitts größer als 1, vorzugsweise größer oder gleich $\sqrt{2}$ ist.
35

7. Strömungskanal nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Strömungsquerschnitt sich in Strömungsrichtung verjüngt.

5 8. Strömungskanal nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Strömungsquerschnitt sich in Strömungsrichtung erweitert.

9. Strömungskanal nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche,
10 dadurch gekennzeichnet, dass der Strömungsquerschnitt viereckig, dreieckig, sechseckig oder achteckig ist.

10. Strömungskanal nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass er als Rohr ausgebildet ist.

15 11. Strömungskanal für Flüssigkeiten, insbesondere nach einem der vorstehenden Ansprüche wobei der Strömungskanal so ausgebildet ist, dass sich innerhalb des Kanals bei Durchströmen einer Flüssigkeit im Wesentlichen zwei Strömungsbereiche ausbilden, die sich nicht oder kaum durchdringen
20 und die nach Art einer Doppelhelix umschlungen sind.

12. Strömungskanal nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, dass sich innerhalb eines jeden Strömungsbereichs weitere Unterströmungsbereiche ausbilden, die
25 ihrerseits wiederum miteinander verschlungen sind.

13. Strömungskanal nach Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Kernströmungskanäle im Wesentlichen im Querschnitt kreisförmig ausgebildet sind und einen
30 Hauptfluidstrom bilden, und dass in dem Bereich des Strömungsrohrs, der nicht von den Hauptstromkernen besetzt ist, sich ein oder mehrere Nebenströme ausbilden, wobei zwischen einem Hauptstrom und einem Nebenstromgebiet kein oder bevorzugt nur ein geringer Fluidaustausch stattfindet und bevorzugt im Nebenstromgebiet Fremdkörper im
35 gesamten Fluidstrom transportiert werden.

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Strömungskanal für Flüssigkeiten.

- 5 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Strömungskanal für Flüssigkeiten oder auch Gase bereitzustellen, der so gestaltet ist, dass möglichst geringe Verluste bei der Strömung, insbesondere geringe Reibungsverluste auftreten. Weiteres Ziel der Erfindung ist es, einen Strömungskanal für Flüssigkeiten anzugeben, bei dem sich unterschiedliche Strömungsbereiche einstellen.
- 10 Strömungskanal für Flüssigkeiten, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine den Strömungskanal begrenzende Wand derart ausgebildet ist, dass sich bei Durchströmen einer Flüssigkeit mindestens ein Strömungsbereich ausbildet, der eine axiale und gleichzeitige tangentielle Strömungskomponente hat.

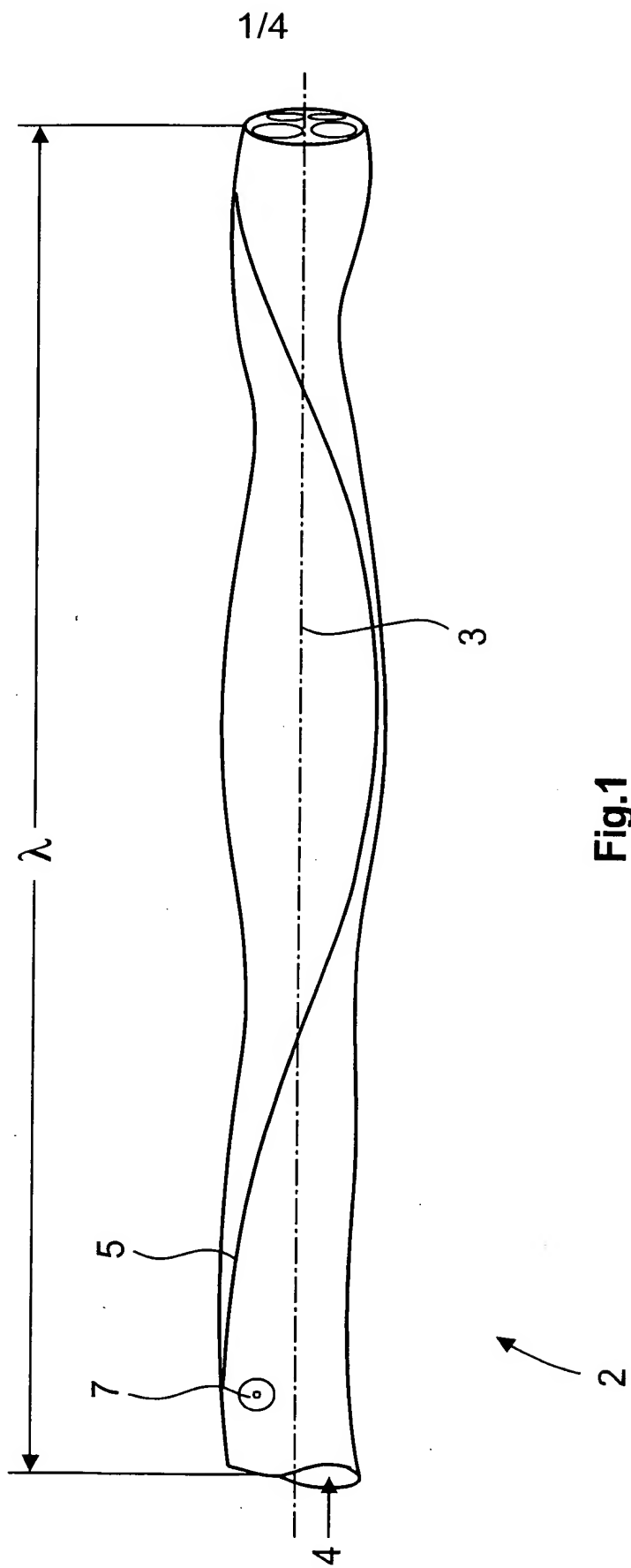


Fig.1

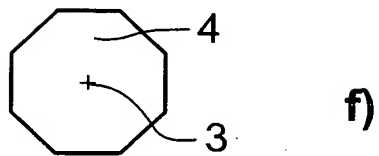
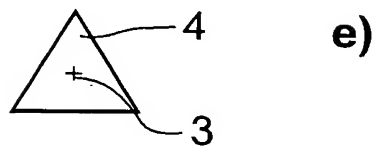
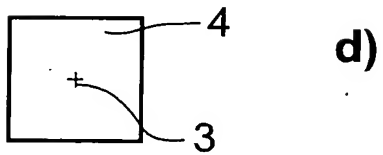
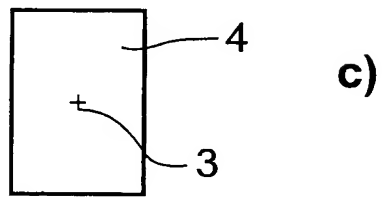
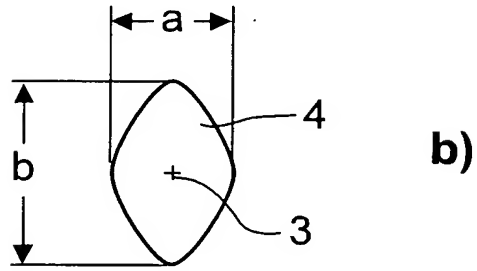
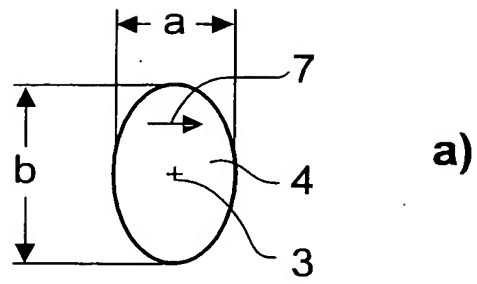


Fig.2

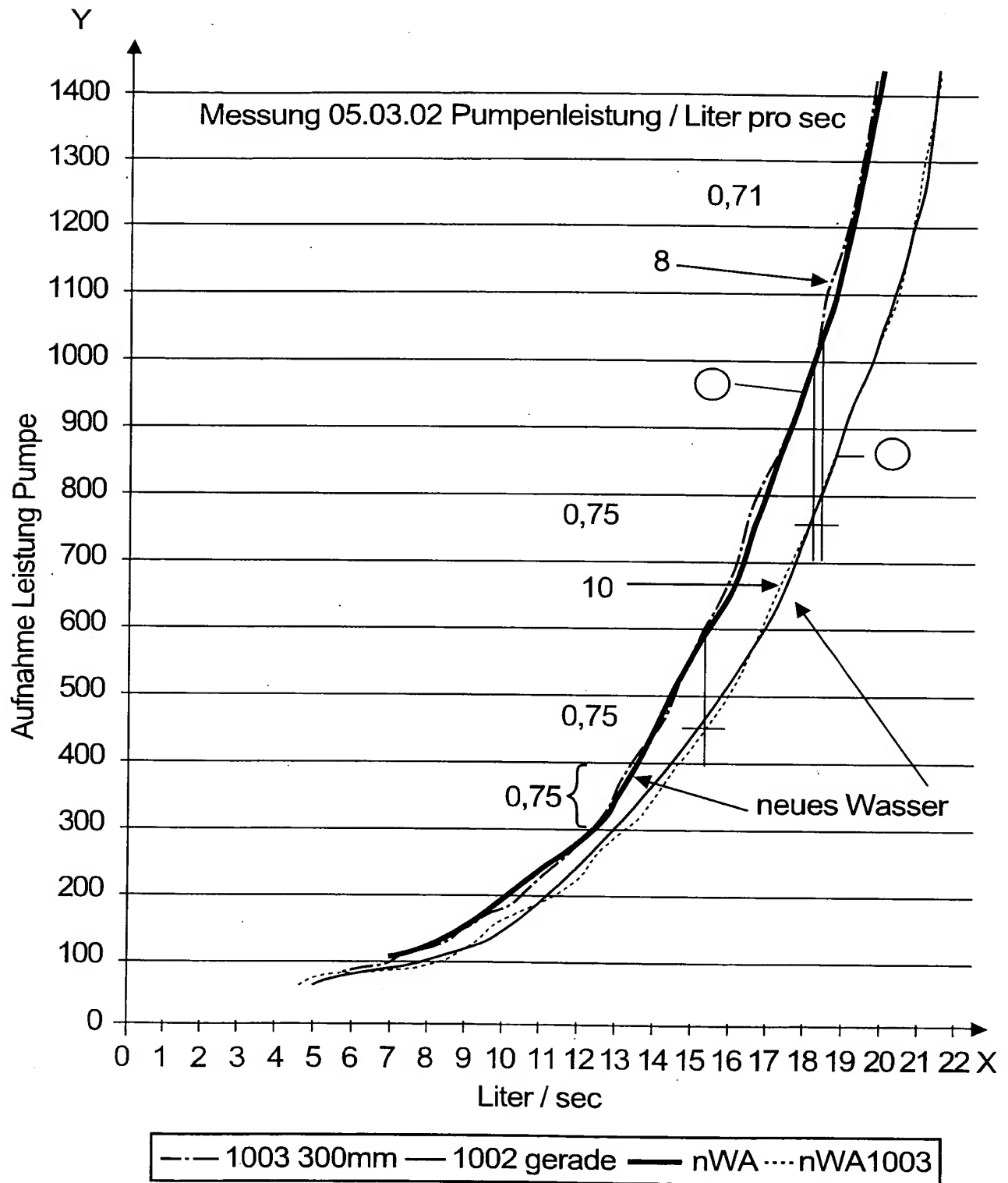


Fig.3

4/4

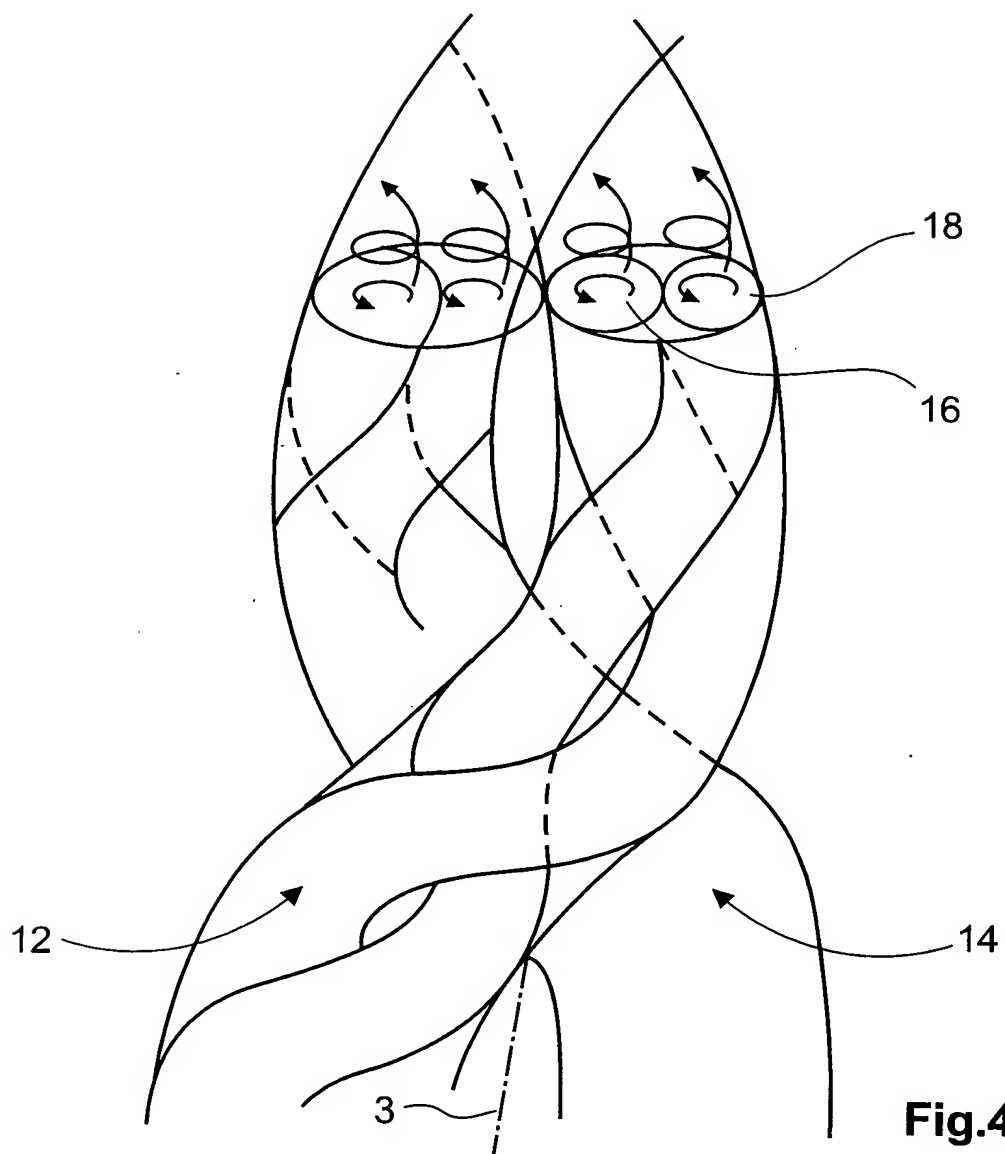


Fig.4

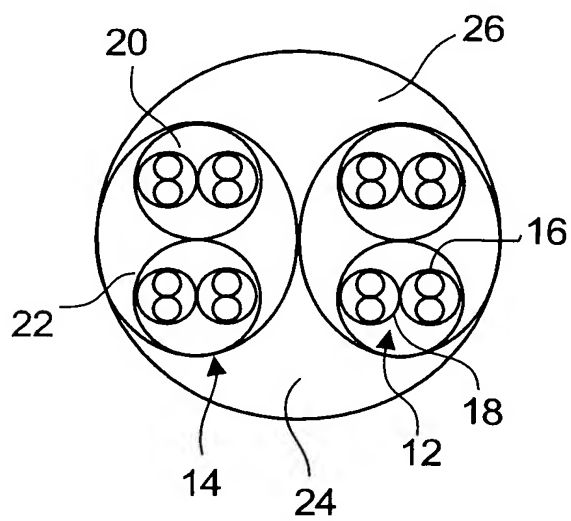


Fig.5